



TITLE:

# CHIP FORMATION PHYSICS IN GRINDING( Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

Nakajima, Toshikatsu

---

CITATION:

Nakajima, Toshikatsu. CHIP FORMATION PHYSICS IN GRINDING. 京都大学, 1969, 工学博士

ISSUE DATE:

1969-09-24

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/213222>

RIGHT:

氏 名	中 島 利 勝
	なか じま とし かつ
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 307 号
学 位 授 与 の 日 付	昭 和 44 年 9 月 24 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	<b>CHIP FORMATION PHYSICS IN GRINDING</b> (研削における切りくず生成機構の研究)

論文調査委員 (主 査) 教 授 岡村健二郎 教 授 奥島啓弐 教 授 会田俊夫

### 論 文 内 容 の 要 旨

この論文は金属の変形破断によって起る切削現象のうちで、精密加工の解析の基本となる砥粒切刃による過渡的切削過程を弾性学、塑性学、切削工学的見地より解明し、これを研削加工の解析に応用して、その基本的改善の方向を究明した結果について述べたものであり、緒論と2編および結論よりなっている。

緒論では、切削工学の研究において、切刃と被削材の相互干渉状態の詳細な観察と解析がいかに重要であるかを説明し、砥粒切刃による切りくず生成機構を解明する上での基本的立場を明らかにし、本研究の目的とその進め方について述べている。

第I編は、砥粒切刃の単純化モデルによる過渡的切削過程における諸現象の解析について述べたもので、5章よりなっている。第1章は過渡的切削過程において、切刃と被削材の接触の初期に起る弾性すべり現象を理論的に解析したものである。この現象を支配する基本条件が被削材料特性値、切削速度、切込角、接触剛性、接触幅、接触摩擦係数であることを明らかにし、弾性すべり長さとの間の関数関係を示して、弾性すべり現象を削減する方法を明らかにしている。

第2章は弾性すべり現象に引続いて起る被削材の塑性変形現象を理論的に解析したものであり、切刃すくい面前方における被削材の塑性変形形態は切刃すくい角および接触摩擦係数によって三つに分類されることを示している。

第3章は前2章で論じた弾性すべり、塑性変形現象を実験的に解明したものであり、理論の妥当性を実証している。切込深さが零から次第に増加し、最大値に達し、再び零に帰えるような過渡的切削における弾性すべり長さ、塑性域の幅、および弾性限界、塑性限界の切削抵抗と各種加工条件との関係を明らかにすると共に、切込深さの最大値の大きさにより、弾性すべりのみの場合、弾性すべり+塑性変形+弾性すべりの場合、弾性すべり+塑性変形+切りくず生成+弾性塑性変形の場合の三つの形態があることを示している。

第4章は切削後、被削材表面直下の諸性質の変化を詳細に検討したものであり、塑性流動属深さ、加工

硬化層深さ、ならびに切削溝側方盛り上がり、塑性変形域と切削域とでは非常に異なった変化をすることを明らかにし、切削加工において塑性変形域を削減することの必要性を示している。

第5章は、塑性変形域から切りくず生成域に移る過程を実験的に検討したものである。切込深さの増加につれて、切刃前方の盛り上がり、相似形を保ちながら成長する場合には、切りくず生成は起らず、塑性域から切りくず生成域に移るためには、切刃前方の盛り上がり形状角が一定値を超えなければならないことを示している。

第Ⅱ編は、前編でえられた過渡的切削過程に対する基礎的認識をもとにした、研削過程の解析について述べたもので、4章よりなっている。

第1章は、研削加工における砥粒切刃と被削材の相互干渉状態を幾何学的に解析したものである。研削過程を過渡的切刃過程と認識する立場から、解析の基本となる研削モデルを提案し、研削加工における基本境界条件が幾何学的切りくず形状（切込角、最大切込深さ、切削長さなど）、切削形状、接触剛性および相対切刃速度であることを明らかにしている。円筒、平面、内面研削に共通して適用しうる幾何学的切りくず形状と一般的加工条件との間の関数関係を求め、砥石速度と工作物速度との比の重要性を明らかにしている。

第2章は、砥石と工作物との接触剛性を幾何学的解析にもとづいて論じたものである。過渡的切刃過程における諸現象を考慮して一つの切刃の表面創成曲線を求め、これに基づいて切残量、仕上表面あらさ、加工変質層形状を理論的に明らかにし、研削能率、研削仕上面性状を改善するための方向を明確にしている。また、設定砥石切込深さと実際の砥石と工作物の相互干渉深さの間にはかなりの開きがあることを示し、従来の研削理論が非常に不完全なものであることを指摘している。

第3章は研削砥石の弾性的性質について検討したものであり、砥粒切刃の分布密度を求め、それに基づいて切刃の支持剛性を明らかにし、それが砥石の結合度、砥粒の大きさ、ドレッシング条件によりどのように変化するかを明らかにしている。

第4章は前述のすべての理論的解析の総括として実際の研削試験を行なった結果について述べたものである。研削における基本境界条件が系統的に変えられるように注意深く実験条件を設定した上で、広範囲の研削試験を行ない、研削結果を支配する真の入力条件を明らかにし、研削能率および仕上面性状を飛躍的に改善する方向を明示している。

結論では以上の研究成果を総括している。

## 論文審査の結果の要旨

切刃作業に関する研究は非常に多く行なわれているが、切刃と被削材の相互干渉作用の内容を詳細に吟味しながら、実験条件と結果の間の関係を明確にする形で進められている研究は少なく、特に微小切りくずとなる砥粒切刃による切削現象についてはほとんど解明されていない。そのため、諸機械の性能寿命の改善にとって重要な役割をはたす精密研削作業では、最近数十年間わずかな進歩しか見られなかった。

本論文は高能率高精度切削加工の理想的形態と考えられる高速、多刃、微小量切削における切りくず生成機構を解明し、良好な仕上表面特性を持った高精度部品を最も能率的に作り出す方法を見出すことを目

的として、過渡的切削過程における諸現象を弾性学、塑性学、切削工学的見地から解析し、これを研削加工の解明に応用した研究である。

まず、多刃工具切削の特徴である切込深さが零より次第に増加し、最大値に達し、再び零に帰る過渡的切削過程においては、切刃と被削材の接触の初期において、弾性すべり現象があり、ついで塑性変形域が存在し、その後ではじめて切りくず生成が始まることを明らかにし、これらの現象を支配する被削材料の諸特性値および切削条件は何であることを明らかにしている。この解析により、目的とする切りくず生成現象を多くし、弾性すべり、塑性変形域を削減するに必要な条件とその影響程度を明らかにしたことは重要である。

次に、塑性変形域および切りくず生成域における切削後の仕上表面直下の塑性流動層、加工硬化層並びに切削溝側方の盛り上りを詳細に検討し、切削作業とそれにより作り出される仕上表面特性との関係を理論と実験の両面より解明している。特に塑性域より切りくず生成域に移る条件を明らかにして、砥粒切刃による切りくず生成機構の解析にとって非常に重要な知見をえている。一方現存する切削加工法の中では、最も多刃であり高速である研削加工における、切りくず生成機構の基本となるパラメータを新しく提案し、適用範囲の広い幾何学的研削理論を確立し、過渡的切削過程に対する解析結果を研削加工に応用する道を開いている。

さらに、弾性、塑性変形現象および切刃の支持剛性を考慮して、研削砥石が新しい仕上面を創成して行く過程を理論的に解明し、これをもとにして研削加工における切削抵抗、加工精度を与える切残量および仕上面にできる加工硬化層深さをあらわす理論式を誘導している。

最後に、以上の基礎的解析よりえられた結論を適確に実証することができるように、注意深く選定された非常に広範囲な実験条件のもとに研削試験を行ない、現在の研削加工の能率を数倍、数十倍に改善しながら、表面仕上特性の優れた製品を作り出すことのできる研削加工法を確立しているが、この方法は最近我が国のみならず欧米においても非常に注目され、実用されて多くの成果を上げつつある。

以上を要するに、本論文は砥粒切刃による切りくず生成機構を基礎的に解明し、微小切削現象解析の理論的基準を与え、さらにこれを实际的に活用して、研削加工能率および効果に飛躍的改善をもたらしたもので、切削工学、生産工学の分野に新しい視野を加えたものであり、学術上、工業上貢献するところが極めて大きい。よって本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。